Environment Canada | Environnement Canada
Canadian Forestry Service | Service canadien des forêts

Performance of Hybrid Poplars in Quebec: Ten Years after Planting

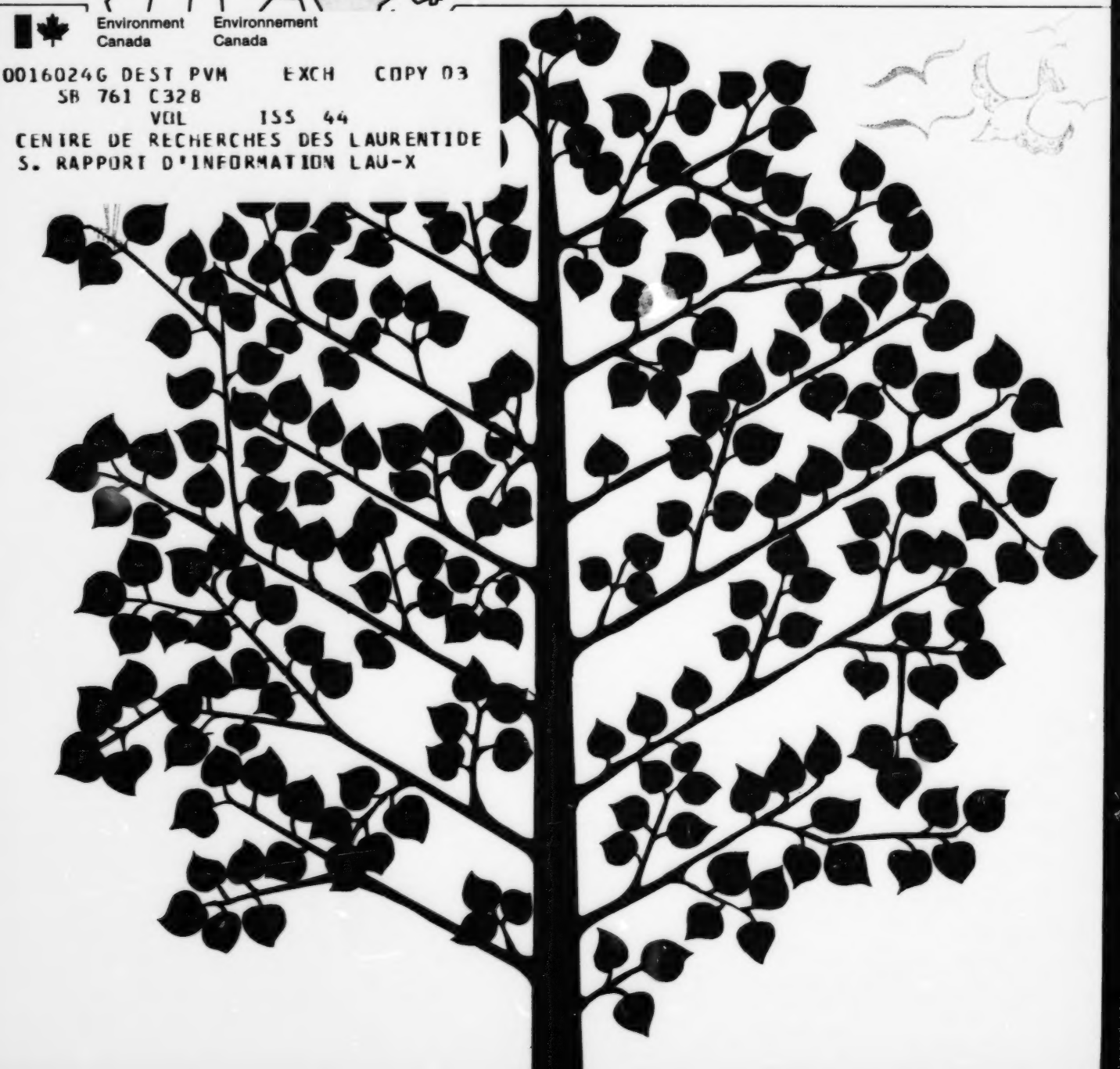
STEVO POPOVICH

Laurentian Forest Research Centre

AU-X-44

Environment Canada | Environnement Canada

0016024G DEST PVM EXCH COPY 03
SB 761 C328
VOL ISS 44
CENTRE DE RECHERCHES DES LAURENTIDE
S. RAPPORT D'INFORMATION LAU-X



PERFORMANCE OF HYBRID POPLARS IN QUEBEC: TEN YEARS AFTER PLANTING

Stevo Popovich

LAU-X-44

1982

LAURENTIAN FOREST RESEARCH CENTRE
CANADIAN FORESTRY SERVICE
DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT
1080 ROUTE DU VALLON
P.O. Box 3800
SAINTE-FOY, QUEBEC
G1V 4C7

Copies available

Catalogue No. F046-18/44E
ISBN 0-662-12225-9

ISSN 0703-2188
© Department of Supply and Services Canada 1982

Aussi disponibles en français sous le titre "Rendement des peupliers hybrides au Québec: dix ans après leur plantations"

Cover: Lucil LePage

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT	
RÉSUMÉ	
INTRODUCTION	1
Study Area	1
Soils and Topography	2
MATERIAL AND METHODS	2
RESULTS AND DISCUSSION	5
Site and Clone Performance	5
Hybrid Poplars Sites	6
Total performances of Single Clones	8
Performance on Sod and Cultivated Soils	9
CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	10
ACKNOWLEDGMENTS	12
REFERENCES	12
Table 1	14
Table 2	15
Table 3	16
Table 4	17
Table 5	18
Table 6	19
Table 7	20
Table 8	21

ABSTRACT

Of 68 hybrid poplar clones obtained from the Northeastern Experimental Station (U.S.A.) and planted on 53 sites throughout Quebec, 15 clones growing on 12 sites were used in this study. After ten years of growth, eight hybrid poplar clones were chosen for further studies.

Three classes of total performance were established by the selection of hybrid poplars sites. The best and average sites were represented by bottom lands and uplands respectively. They produced an average height of 13 and 10 m on sod soils. Poor sites produced a mean height of 4.5 m on sod soils. Soil moisture appears to be the main reason for various performances and growth rates of hybrid poplars on these three sites. Site preparation and cultivation for three years subsequent to planting increased not only height growth but also the survival of hybrid poplars.

The most promising, clone NE-56, produced a mean height of 12.6 and 9.9 m on good and average sites, had an excellent survival rate, and formed very good stems.

RÉSUMÉ

De 68 clones de peupliers hybrides provenant de la Northeastern Experimental Station des États-Unis, plantés dans 53 stations différentes au Québec, seuls 15 clones et 12 sites ont été retenus pour l'étude. Après dix ans de croissance, huit clones de peupliers hybrides ont été choisis pour faire l'objet des études ultérieures.

Trois catégories de productions globales ont été établies à la suite de la sélection des sites pour les peupliers hybrides. Les stations de meilleure qualité étaient situées dans des basses terres et les stations de qualité moyenne, dans des hautes terres. Ces stations pouvaient produire des arbres de hauteurs moyennes de 13 et de 10 m en sol herbeux. Sur ces mêmes sols, les stations pauvres ont produit la hauteur moyenne de 4.5 m. L'humidité du sol semble être la seule cause pour les divers performances et taux de croissance des peupliers hybrides sur ces trois sites. Le désherbage et le labour du sol au cours des trois années qui ont suivi la plantation ont contribué non seulement à la croissance en hauteur mais également à la survie des peupliers hybrides.

Le clone le plus prometteur s'est avéré être le NE-56 qui a produit des peupliers hybrides de hauteurs moyennes de 12,6 et de 9,9 m, les uns sur une station de qualité supérieure et les autres sur une station de qualité moyenne.

INTRODUCTION

Hybrid poplars produce high yields in relatively short rotations. Not only are they a source of raw material for wood and paper industries, but they also serve as windbreaks, river bank plantations, air purifiers in urban forestry, and even for energy.

Poplars are found on the great plains of North America and eastern Europe, which explains why they were considered trees of countries without forests (Pourtet 1961). Rapid growth and valuable wood are of great importance in introducing intensive forest management, especially on forest lands suited for poplar (Levashev 1978). Poplars also give a short-term aesthetic improvement, by breaking the monotony of the plain and combating pollution (Famiglietti 1973).

With the above-mentioned uses in mind, 53 experimental trials using 68 hybrid poplars clones were established between 1963 and 1974 by M. Hubbes[1] throughout Quebec. Their goal was to find a hybrid poplar clone which, in a relatively short rotation, would give high quality timber and pulpwood.

This report is an analysis of variable ten-year-periods of growth and performance of hybrid poplars originating from Northeastern Forest Experiment Station, U.S. Forest Service, geneticist Dr. E. Schreiner.

Study Area

The study area extends between 45°32' N to 50°11' N and 64°37' W to 78°03' W (about 500 000 km^2) and is in the populated section of the province.

The climate is generally cool and humid. Meteorological data, for the growing season during ten years, were selected from nine stations (Table 1). Highest and lowest mean temperatures were recorded at Calumet and Amos; extreme high and low temperatures were registered at Portage-du-Fort and Amos respectively. East Angus had the highest total precipitation but Amos had the most days of rainfall. Portage-du-Fort was the driest with 54 days of rainfall and 365 mm of precipitation.

---

[1] Dr. Hubbes, previously with the Laurentian Forest Research Centre, Canadian Forestry Service, is now a professor at the University of Toronto.

There were about 144 frost-free days with the longest average frost-free season recorded at Calumet and Nicolet (149 days) and the shortest at Amos (135 days). There was a difference of 28 days with a temperature above 15° C between the two extreme stations. However, there was a total of 39 days above 20° C. Portage-du-Fort had 39 more very warm days than Amos (Table 1).

Soils and Topography

Trials using poplars were established on various soils and sites. The soils varied from the heavy clayey soils or clay belt of the Abitibi region in the west to the pure sands of Sept Iles region in the east. On upland sites the texture is very fine sandy loams (Portage-du-Fort), stony fine sandy loams (La Pocatière), gravelly loams (Lac Etchemin), loamy sands and fine sands (Saint-Étienne-de-Lauzon), clay loams (East Angus), compact boulder clay with large and middle sized pebbles (Murdochville). On low land sites, the texture is very fine sandy loams (Calumet), clay loam (Nicolet), gravel sand with abundant shaly material (Dartmouth) as well as medium loamy sands (New Richmond) (Choinière and Laplante 1948; Lajoie 1962; Laplante 1962; Baril and Rochefort 1965; Pageau 1973.)

Drainage of these soils varies from good to poor and their pH from 3 to 7. On low lands, Nicolet, New Richmond and Calumet, the possibility of a high water table exists, because these soils, in particular at Nicolet and Calumet, are very often inundated in the spring and fall during the rainy season.

In general, the low lands of this study, are level plains with microreliefs, having small slopes and depressions. On upland sites, gently sloping and undulating lands prevail, although level lands are not uncommon.

MATERIAL AND METHODS

Sixty-eight different clones were tried and each clone was planted on sod soils[2], in each of the 53 sites, with a minimum of 5 one-year-old rooted hybrid poplar trees. Plantations were established in the spring and with the same spacing (3 x 6 m) for 555 trees per hectare.

---

[2] The term "sod soils", in this paper, refers to soils which have not been ploughed or tilled and consequently their cover is composed of herbaceous or grassy species.

New Richmond and Caplan were exceptions, with simultaneous cultivated and experimental trials on sod soils. The soils of the cultivated trials were first ploughed and harrowed, and subsequently cultivated for three years.

Total height and diameter at breast height (d.b.h.) of each single clone in every locality were recorded at 3 year intervals. For clones and localities where growth was rapid measurements were taken yearly.

After several years of consecutive selection only 15 clones and 12 sites were retained. All other sites and clones demonstrated either poor growth or low survival. The 15 clones were[3]:

Clone number	Parentage
NE-06	*Populus cv. angulata x trichocarpa*
NE-07	*P. cv. betulifolia x trichocarpa*
NE-10	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-29	*P. cv. candicans x berolinensis*
NE-33	*P. deltoides x trichocarpa*
NE-34	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-39	*P. cv. angulata x deltoides*
NE-45	*P. deltoides x trichocarpa*
NE-49	Unknown
NE-51	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-52	*P. deltoides x cv. caudina*
NE-55	Unknown
NE-56	Unknown
NE-57	Unknown
NE-59	*P. deltoides x trichocarpa.*

The localities indicated in Table 2 and the above-mentioned clones served as a pool for establishing the criteria of the total performance of hybrid poplars in the studied area. The criteria were established from parameters obtained after ten years of hybrid poplar growth on selected sites (except for Portage-du-Fort

---

3 Parentage material and clone numbers are presented according to Hubbes and D'Astous (1968).

which had 6 years of growth)[4] and with different clones. These parameters are: increase in centimetres of d.b.h. outside bark; increase in total height in metres; health and mortality.

The following grades were used to classify the health of hybrid poplars: grade 1: trees in very good condition; grade 2: trees with a minor defect (foliage discoloration) which did not compromise, to a great degree, the health of the tree but which might ultimately weaken its health and vigor; grade 3: trees with very conspicuous defects, such as frost cracks, fungi and insects or both accompanied with diseases compromising the soundness and quality of wood; grade 4: trees with canker and other dangerous diseases leading to death; and grade 5: dead trees. These grades were used to establish criteria for evaluating the total performance[5] of each clone on selected sites (Table 3). The performance of a grade 1 tree was obtained by multiplying the diameter by the height of a healthy or vigorous 10-year-old tree; grade 2 and 3 performances were obtained in the same way, but the value was reduced by 50% for grade 2 and 75% for grade 3; trees in grades 4 and 5 were considered dead and consequently the total performance was 0[6].

---

[4] At Portage-du-Fort (Pontiac County), Laurentian Forest Research Centre in cooperation with Consolidated Bathurst Ltd., has for several years planted hybrid poplars. These plantations have been the most important hybrid poplar established by CRFL to date. Since, the study of these plantations embraces several sylvicultural disciplines and because they have not yet reached ten years of growth, their total performance was compared with others of the same age throughout the province. Total performance and growth of hybrid poplars after the six-year growth period are presented for comparison because total performance classes as well as site index classes in forestry are not immovable but actually dynamic or changeable with changing growth and environmental conditions.

[5] Total performance of hybrid poplars trees is the combination of diameter and height growth, health grades and mortality after ten years of growth on selected sites.

[6] Example: At Murdochville, after ten years of growth, clone 49 obtained an average d.b.h. of 2.8 cm and a mean height of 2.3 m. Multiplying the diameter by the height the average performance of one tree is 2.3 x 2.8 = 6.44. Since one tree was dead and another one had grade 2 performance, the dead tree reduced the performance by 6.44 and grade 2 reduced it by 50% or 3.22. Consequently the total performance of 5 trees of clone 49 was 22.54 points.

The potential for hybrid poplar growth on different sites and in different localities (Table 3) was evaluated by the average total performance of the 5 best ranked clones, each representing a minimum of 5 trees for every clone or 25 trees for 5 clones.

Table 4 gives the pedological analyses of six soils representing the good, average, and poor performance sites.

RESULTS AND DISCUSSION

Site and Clone Performance

The classification of the total performances of nine best ranked sites for planting hybrid poplars is shown in Table 3. An analysis of variance (5% probability level) showed that sites differed significantly, in their total performance at the end of 10 years growth. The Duncan multiple range test (Spiegel 1961) determined which sites were significantly different. Means underscored by the same line do not differ significantly at the 5% probability level.

Three total performance classes, according to the site, were established for hybrid poplars growing on sod soil, using these statistical tests at the 5% probability level. At the end of ten growing seasons, all sites having 1100 points or more were in the first class; sites with 500 to 1100 points were in the second class; those sites below 500 points were in the third class. Sites not appearing in Table 3 (Caplan, East Angus, Murdochville, etc.) were classified lower than the tabulated values and they belong to the third or poor class[7].

Three total performance classes were also established for sites, on sod soils, for 6-year-old hybrid poplars (Table 5). To the first class belong all sites with a total performance of the five best ranked clones having more than 500 points; second class between 200 and 499; and third class below 200.

Table 6 shows the total performance of different clones on sod soils. From each total performance class, which is derived from and corresponded to the classification in Table 3, were selected the nine best ranked clones. In the good performance class are the nine acceptable clones which thrived under the

---

[7] Total performance classes should not be mistaken for site index classes, even though the former include such parameters, as height and growth, which is frequently utilized in forestry as an indirect measurement of site quality.

best environmental and soil conditions for hybrid poplars. The average and poor site performance classes show the achievements of nine clones best suited for their ecological conditions.

In addition to the total performances of different sites and clones, Tables 3 and 6 show the average d.b.h. and height as well as mortality rate for the five best ranked clones in each site (Table 3) and for the best nine clones growing separately on good, average, and poor performance sites (Table 6).

It should be noted that the analysis of variance and Duncan multiple range test made for nine best thriving clones on the good site (Table 6) showed that at 1% probability level there was no difference between a whole group or separate clones. For the average site the same statistical analysis and test showed that, at the same probability level as in the previous case, the difference was very significant between clones. The mean, underscored by the same lines, formed three significantly different groups of clones: 1: NE-56; 2: NE-55, NE-59, NE-10 and NE-06 and 3: NE-34, NE-57, NE-33 and NE-51. On the poor site as on the good site the tested clones did not show any difference either for analysis of variance or for Duncan multiple range test[8].

Table 7 shows the total performance of the five best clones on some drier hybrid poplars sites. The total performance of hybrid poplars grown on unweeded and cultivated soils appears in Table 8. According to the average score obtained at six (Portage-du-Fort) and ten years of growth the three sites, which had in addition cultivation treatments, belonged to three different total performance classes, for example those on sod soils.

Hybrid Poplars Sites

Hybrid poplars performed and grew best on the bottom lands of the Outaouais (Calumet), St.Lawrence (Nicolet), and the delta of the Cascapedia river (New Richmond). Soils of these regions are among the six best sites chosen for this study (Table 4).

Soils of these sites consist of undifferentiated recent alluvial deposits. Their texture is mellow clay, clay and medium loamy sand over clay (Choinière and Laplante 1948; Lajoie 1960). While the soils at Nicolet are inun-

---

[8] Although the majority of plantings were 5 trees per clone, some sites had repetitions (2 times or 3 times 5 clones). Therefore, the number of samples are not always the same in these statistical tests.

dated in the spring and fall during the rainy season, the soil at Calumet has a high water table. The New Richmond soil is very humid even if a high water table does not exist during the vegetation period. The drainage of these soils is not perfect. In general their topography is level land with low knolls and small depressions.

The average sites were mostly found on uplands. Lac Etchemin and Portage-du-Fort showed an average performance for hybrid poplars on upland soils. The physical and chemical properties of Portage-du-Fort's fine to very fine sandy loams demonstrated of one of the best soils chosen for this study (Table 4). These soils have well developed granular, friable and permeable structure, good to imperfect drainage and moderate moisture holding capacities (Lajoie 1962). Contrarily, soils at Lac Etchemin, even if they are fertile, (Table 4) are stony. These soils are mostly suited for reforestoration work (Pageau 1973). They are very frequently situated at the foot of slopes or in valleys. Because of their topographic features and their imperfect drainage, soil moisture is high, explaining their strong natural content of organic matter (Table 4).

Poor sites were found on soils not suited for successful hybrid poplar growth particularly because of their compactness or dryness. These soils were either heavy clay, which as very compact soils containing more than 50% silt and clay.are unfavorable for hybrid poplar growth (Pourtet 1961), or fine sands, gravel loamy sands, and stony fine sandy loams as at Amos, St.Etienne, Lac Megantic, and La Pocatière respectively (Popovich 1972; Laplante 1962; Baril and Rochefort 1965).

Even if the soils at Portage-du-Fort, La Pocatière, and Nicolet are similar to each other (Table 4), their total performances in growing hybrid poplar trees at the end of six and ten years of growth were significantly different and consequently belonged to the three distinct performance classes: best, average,and poor. (Tables 3 and 5). The availability of soil moisture appears to be the main reason for the different responses of hybrid poplars performances and growth on these soils. While the soils at Nicolet have a high water table and are flooded each year in spring and fall (Choinière and Laplante 1948), La Pocatière and Portage-du-Fort soils vary from 90 to 150 m above sea level (Table 1) and consequently moisture is provided to plants proportionally to their water-holding capacities (Baril and Rochefort 1965; Lajoie 1962).

According to the above mentioned authors, if the soils at La Pocatière and Portage-du-Fort are best for agriculture, those at Nicolet are less suited to agriculture, as they produce hay and pasture of mediocre quality (Choinière and Laplante 1948). These examples show that unless there is enough soil moisture, soils good for agriculture are not necessarily good for growth and performance of hybrid poplars; La Pocatière is a good example.

La Pocatière soil (Baril and Rochefort 1965) is very well suited for agriculture and dairy products. Hybrid poplars were planted there 15 years ago, the soil is a stony fine sandy loam which very frequently presents precipitous textural discontinuities brought about by interstratified sand (Baril and Rochefort 1965). While sand formations, very often, are localized on the surface layer, at a depth of about 1.5 to 2.5 m there is brown-reddish clay to clay loam. These textural discontinuities aggravated by light drought during the months of June, July, and August (Baril and Rochefort 1965) and combined with soil acidity (Table 4), in my opinion, did not aid the total performance of hybrid poplars at La Pocatière (Table 3).

The success of hybrid poplars total performance on bottom land soils can be explained not only by availability of soil moisture but also by combined actions of this factor with fertility, pH, aeration, and soil depth (Schreiner 1959). Where these pedological factors are adequate the growth and performance of hybrid poplars are good (Duchaufour 1955) but the absence of soil moisture will inhibit hybrid poplar successful growth and performance (Piccarolo 1952).

Total Performances of Single Clones

Table 6 shows that on average sites, mostly uplands, conditions varied for growth and performance of hybrid poplars. On these sites the selection of clones was more difficult than on good and poor sites.

Performance classes were directly related to the corresponding growth and performance but indirectly they expressed the various soil and site conditions for hybrid poplar growth, it seems that genotype-environment interaction and interdependance had much to do with different clonal responses. Some clones adapted better to specific local soil and climatic conditions than others. Clones NE-57, NE-06 and NE-10 demonstrated good growth and performance on somewhat drier sites belonging to the average performance class. Clone NE-57, ranked among the best at Lac Etchemin, Caplan and Portage-du-Fort (Table 7). At the

latter locality on sod and cultivated soils, this same clone showed one of the best performances and growth after six years, excelled only by NE-39. While clone NE-39 had a height growth of 7.1 and 9.1 m on sod and cultivated soils respectively, as well as 100% survival, clone NE-57 had a height growth of 7.6 and 8.2 m on the same soils, with only 20% mortality. Since these three clones grow well on somewhat drier sites in relation to bottom land sites, they have an advantage over other clones, and therefore, they can be recommended for soils with waterholding capacities that are well adapted to the rain fed system.

This is important because there are strong considerations, among private woodlot owners and governmental agencies, to extend planting of hybrid poplars into marginal environments. For this reason bottom land soils (except some fringe areas where the agricultural crop's vulnerability, because of weather and other ecological conditions, is very high), are bound to the agricultural system in Québec (Bill 90, December, 1978).

Except for the three clones mentioned above and NE-52, NE-39 and NE-34, whose growth potential was among the best on good sites (Table 6), particular attention should be given to clones NE-56 and NE-59. These two latter excelled in total performance over all other clones growing on good and average performance sites. While mean combined diameter and height growth of nine clones growing on good performance sites was 51% higher than that of corresponding average sites, the same growth for clones NE-59 and NE-56 (both growing on good and average sites respectively) was 43% higher for the former and only 22% higher for the latter (Table 6). This minimal difference in combined growth between good and average sites, its excellent survival (Table 6), its very good adaptation to different types of soil conditions, and its very well formed stem make clone NE-56 the most promising even though its combined diameter and height growth ranked eighth among nine best clones (Table 6). The only shortcoming of clone NE-59 was its mortality (4% on good and 10% on average sites).

The mean mortality for hybrid poplars clones was related to the various sites; for the nine best ranked clones mortality was 7% on good, 12% on average and 22% on poor sites (Table 6).

Performance on Sod and Cultivated Soils

As expected, the difference in total performance between hybrid poplars grown on sod and cultivated soils was significant after ten and six years of

growth (Table 8). Under the ecological conditions of Québec the total performance of the five best ranked clones raised on sod soils was lower by 30% at New Richmond, 53% at Portage-du-Fort, and 59% at Caplan than those planted on cultivated soils, which were harrowed during the first three years of growth (Table 8). Although the study lacked replications it should be pointed out that survival, if not growth, was related to the site conditions. While on poor sites survival was 100% and 52% and on average sites it was 96% and 72% for cultivated and sod soils, on the best sites it was 100% for both sod and cultivated soils.

Grass competition and lack of soil moisture, were responsible for high and fairly high mortality (48% and 28%) on poor and average sod soils at Caplan and Portage-du-Fort respectively. The hundred percent survival of hybrid poplar trees on cultivated and sod soils at New Richmond, in my opinion, was due to sufficient soil moisture. The abundance of grass on sod soil, during the first year of growth, did not threaten survival. The only difference was the level of diameter and height growth, which after ten years was 23% and 14% greater on cultivated than on sod soil respectively. On the average site (Portage-du-Fort) this difference, after six years of growth, was even greater i.e. 34% for diameter and 30% for height growth.

These examples of survival and growth confirm reports by Schreiner (1945), Krinard (1964) and Barnéoud (1971) that site preparation is essential for the successful establishment and growth of hybrid poplars and that with soil cultivation their production increases and trees grow quicker. The positive influence of cultivating soil for hybrid poplar growth resides in setting up not only favourable conditions for their roots but also in building up a considerably intensive development of their assimilatory apparatus (Erusalimskii 1969).

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Even if among the clones studied some demonstrated, for the ecological conditions of Québec, a very good showing on both good and average sites, I believe it is too soon after ten years of growth to determine which clone will have the best total performance. At least another 5 years is needed to achieve a definitive screening program to assess total performance and growth of several clones; to determine ecological constraints, and to identify what pests and diseases will affect grown hybrid poplars. Cultures for hybrid poplar have not been esta-

blished on a large scale and as a consequence ecological constraints, such as pests and diseases, may not have appeared yet. Therefore research and practice should be sustained and closely related for a longer period.

With these considerations in mind the following eight clones, NE-56, NE-59, NE-52, NE-39, NE-34, NE-57, NE-10, and NE-06 will serve as a pool for the next screening program. which should include bottom land as well as upland sites.

As indicated by this study, careful site selection should be a major priority in establishing hybrid poplar plantations. The best results in performance and growth were obtained on bottom land sites which, in addition to having fairly high nutrient content, also had high ground water or high water retention capacities. These soils were not suited for agriculture, except for poor pastures, and they were considered as fringe areas among bottom land sites. After ten and six years of growth in plantations at Nicolet, New Richmond and Calumet the hybrid poplars produced a mean d.b.h. of 22.2 and 12.1 cm and mean heights of 13 and 8.8 m respectively.

The average sites for hybrid poplars growth were mostly uplands. Even though some of their soils were classified, by their pedological qualities, among the best and which previous to poplar planting had produced excellent cash crops, they were not able to match bottom land sites because uplands are drier. On these sites growth was, after six and ten years, 6.1 and 16.2 cm in d.b.h. and 6.1 and 10 m in height.

Although bottom lands offer the best sites, hybrid poplars can be grown commercially on upland sites, but research is needed to provide criteria for evaluating sites suitable for their profitable growth. Soils similar to those at Lac Etchemin could be taken into consideration for this purpose, particularly because incentives to extend a successful hybrid poplar cropping system into marginal environments are strong. Soil depth, moisture, aeration and fertility should be checked on all sites considered for poplar culture and especially on average sites.

Although the quality of some soils on poor sites is very good, La Pocatière for example, we firmly advise against planting hybrid poplars on these sites.

Site preparation and three years of annual cultivation subsequent to planting are requirements for successful hybrid poplar growth. A difference of 2 m in height growth were observed between hybrid poplars on sod and cultivated soils

after six or ten years of growth. Mortality on poor and average sites was much greater on sod than on cultivated soils.

ACKNOWLEDGMENTS

Field samples were taken and laboratory analyses were performed by Dr. Antonio Gonzalez and his team, R. Turcotte and M. Gauthier, to whom I am grateful for their very efficient and conscientious work. I am also very obliged to Dr. A. Corriveau and Mr. R. Hatcher for their very constructive reviewing and criticisms.

REFERENCES

Baril, R. and B. Rochefort. 1965. Étude pédologique du comité de Kamouraska (Québec). Can. Minist. Agric. Stn. Rech. La Pocatière, Québec.

Barnéoud, C. 1977. Le travail du sol en populiculture. C.R. Association Forêt-cellulose, No. 708: 156-172.

Choinière, L. and L. Laplante. 1948. Étude des sols du comté de Nicolet. Qué. Minist. Agric., Bull. Tech. No. 1.

Duchaufour, Ph. 1965. Les sols à peuplier. Revue forest. franç. 7: 539-546.

Erusalimskii, V.J. 1969. Agrotekhnika Vyrashchivaniya Gibridnyh Topolei V Lesostepi. [Agrotechnics of cultivation of hybrid poplars in Lesosteppa] [In Russian]. Lesnoe Khozyaistvo. 1: 57-59.

Famiglietti, A. 1973. La produttivita dei pioppeti nel Veneto. [The productivity of poplars in the province of Venice] [In Italian]. Annali del Centro di Economica Montana delle Venezie. 8: 1-47.

Hubbes, M. and R. D'Astous. 1968. Essais de rusticité et d'immunité des peupliers hybrides dans le Québec. Can. Lab. Rech. Forest. Rapp. Inf. Q-F-X 8.

Krinard, R.M. 1964. Weed control in Delta Cottonwood Plantations. Miss. Farm Res. State Coll. 27(5).

Lajoie, P.G. 1960. Les sols des comtés d'Argenteuil, Deux Montagnes et Terrebonne (Québec). Qué. Minist. Agric.

Lajoie, P.G. 1962. Soil survey of Gatineau and Pontiac counties Quebec. Res. Br. Can. Dept. Agric. Qué. Dept. Agric. McGill University.

Laplante, L. 1962. Étude pédologique du Comté de Lévis. Qué. Minist. Agric. Colon.

Levashev, B.G. 1978. Ob Ispolzovanii Gibridov Topolei V Poimennyh Usloviya [Using hybrid poplars in flooded areas] [In Russian]. Lesnoe Knozyaistvo. 11: 47-49.

Pageau, E. 1973. Étude pédologique du Comté de Dorchester, Qué. Minist. Agric. Qué. Bull. No. 17.

Piccarolo, G. 1952. Il pioppo (Norme pratiche di coltivazione). Edizione R.E.D.A. ROME. [The poplar (Practical normes for cultivation)] [In Italian].

Popovich, S. 1972. Survival and growth of three indigenous conifers planted in the Clay Belt, Northwest Québec. Can. Laurentian For. Res. Cent. Inf. Rep. Q-X-27. 13 pp.

Pourtet, J. 1961. La culture du peuplier. L.B. Baillière et fils (éd.) Paris. 261 pp.

Spiegel, M.R. 1961. Theory and problems of statistics. Schaum's outline series. McGraw-Hill Book Company.

Schreiner, E.J. 1945. How sod affects establishment of hybrid poplar plantations. J. For. 43: 412-427.

Schreiner, E.J. 1959. Production of poplar timber in Europe and its significance and application in the United States. U.S. Dep. Agric. Agriculture Handbook No. 150. 124 pp.

Table 1. Ten years of meteorological data for selected stations in Quebec[a]

	Mean temperatures for free-frost period °C	Absolute maximum °C	Absolute minimum °C	Precipitation patterns		Number of days during the growing season		
	Mean			Number total of days	(mm)	Free-frost	15°C	20°C
Portage-du-Fort	16.8	36.1	-37.0	54	365	148	137	106
Calumet	16.9	34.4	-34.0	62	418	149	136	105
Nicolet	16.7	34.4	-38.0	63	400	149	134	102
East-Angus	15.8	33.3	-41.0	63	585	142	133	102
St-Etienne	15.6	33.9	-34.0	71	525	147	125	90
La Pocatière	14.7	33.3	-31.0	66	445	146	120	84
New-Richmond	14.0	32.2	-37.0	64	485	146	113	69
G. Dartmouth	13.6	33.9	-32.0	57	380	142	114	67
Amos	13.2	32.2	-43.0	73	440	135	109	67

[a] Canada. Department of Transport. Meteorological Branch. Monthly Record. Meteorological observations in Canada. 1965-1974.

Table 2. Localities of hybrid poplar trials

Localities	Latitudes	Longitudes	Altitudes (m)
Amos	48° 26' N	78° 04' W	305
Calumet	45° 38' N	74° 39' W	40
Caplan	48° 06' N	65° 39' W	45
East Angus	45° 29' N	71° 40' W	200
Gaspé Dartmouth	48° 55' N	64° 37' W	50
Lac Etchemin	46° 21' N	70° 30' W	455
Lac Mégantic	45° 32' N	70° 55' W	505
La Pocatière	47° 21' N	70° 00' W	120
New Richmond	48° 09' N	65° 51' W	5
Nicolet	46° 13' N	72° 40' W	10
Saint-Etienne-de-Lauzon	46° 38' N	71° 17' W	105
Tartigou	48° 45' N	67° 48' W	30
Portage-du-Fort	45° 39' N	76° 39' W	120

Table 3. The classification of several sites according to the analysis of variance and Duncan test, by the performance of 5 best clones planted on sod soils after ten (10) years of growth in Québec

Number Plantation	Region	Mean performance of a tree for 5 clones	Total performance of 5 best clones	Mean d.b.h. (cm)	Mean height (m)	Mortality %	Index class
			Sod Soils				
1	Nicolet	308.2	1541.0	21.6	15.3	4.0	1
2	New Richmond	250.4	1252.0	21.4	12.1	0.0	1
3	Calumet	234.1	1170.5	23.7	12.2	12.0	1
4	Tartigou	190.5	952.5	18.2	11.2	0.0	2
5	Lac Etchemin	139.0	695.0	16.4	10.1	8.0	2
6	Dartmouth	102.6	513.0	14.0	8.5	16.0	2
7	Amos	54.3	271.5	12.8	7.0	4.0	3
8	St-Etienne	40.5	202.5	12.6	8.3	28.0	3
9	Lac Mégantic	34.7	173.5	7.4	6.2	4.0	3
10[a]	La Pocatière	15.3	76.5	6.8	4.5	36.0	3

Analysis of variance of plantations on sod soils

Source of variation	D.F.	Sums of square	Mean square	F	F(tab.)
Treatment	8	2016417.3600	252052.1700	43.98	1.99 (95%)
Error	216	1237822.8988	5730.6616		2.61 (99%)
Total	224	3254240.2588			

Duncan Multiple Range Test

Means by decreasing order[b]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
308.2	250.4	234.1	190.5	139.0	102.6	54.3	40.5	34.7

[a] La Pocatière does not enter into this statistical test.

[b] Means underscored by the same line do not differ significantly at 5 % probability level.

Table 4. Pedological analysis of six soils representing good, average and poor performances sites for hybrid poplars in Québec[a]

Sites	Region	Sand	Loam	Clay	pH(H_2O)	CO	C/N	N	Ca
		%	%	%	%	%	%	%	%
Good	New Richmond	63.8	23.5	12.7	5.7	2.40	11.2	0.215	0.137
Good	Nicolet	48.4	31.7	19.9	5.6	3.45	13.0	0.265	0.143
Good	Calumet	83.9	9.8	6.3	6.0	1.33	13.3	0.100	0.090
Average	Portage-du-Fort	50.7	31.1	18.1	6.3	2.23	10.6	0.210	0.284
Average	Lac Etchemin	43.8	36.2	22.2	5.2	9.37	16.2	0.580	0.207
Poor	La Pocatière	52.9	26.4	20.7	5.1	3.96	14.1	0.280	0.070

[a] Data represent the layer of soil to a depth of 25.4 cm.

Table 5. The classification of several sites, according to the analysis of variance and Duncan test, according to the performance of the 5 best clones planted on sod soils after six years of growth in Quebec

Plantation number	Site	Mean performance of a tree for 5 clones	Total performance of 5 best clones	Mean d.b.h. (cm)	Mean Height (m)	Mortali- %	Index class
1	Nicolet	113.4	567.0	11.4	9.6	0.0	1
2	Calumet	104.6	523.0	12.8	8.1	0.0	1
3	Portage-du-Fort	42.6	213.0	7.7	6.1	16.0	2
4	Amos	24.9	124.5	5.7	4.2	0.0	3
5	St-Etienne	19.3	96.5	6.1	5.0	4.0	3
6	La Pocatière	7.9	39.5	3.3	3.4	24.0	3

Analysis of variance

Source of variation	D.F.	Sums of square	Mean square	F	F(tab.)
Treatment	5	259180.7019	51836.1404	71.88	2.28 (95%)
Error	144	103845.8893	721.1520		3.16 (99%)
Total	149	363026.5912			

Duncan Multiple Range Test

Means by decreasing order[a]

1	2	3	4	5	6
113.4	104.6	42.6	24.9	19.3	7.9

[a] Means underscored by the same line do not differ significantly at 5% probability level.

Table 6. Rank, after ten years of growth, for the best clones, thriving on sod soils on good, average, and poor sites

Site	Clone	Average performance	Total performance for 5 trees	Mean d.b.h. (cm)	Mean Height (m)	Mortality %
Good	NE-52	247.7	1238.5	21.3	14.5	8.0
	NE-56	223.1	1115.5	17.7	12.6	0.0
	NE-39	218.8	1094.0	23.4	13.7	8.0
	NE-59	215.4	1077.0	19.8	13.8	4.0
	NE-34	214.8	1074.0	25.0	11.8	10.0
	NE-06	193.2	966.0	18.7	12.8	10.0
	NE-07	189.8	949.0	18.4	14.0	7.0
	NE-10	176.5	882.5	20.7	14.3	13.0
	NE-29	166.5	832.5	16.8	12.9	12.0
F ratio 1.14 (8-209) Table value 2.61 (1% probability level)						
Average	NE-56	172.5	862.5	17.6	9.9	0.0
	NE-55	152.0	760.0	15.8	9.8	0.0
	NE-59	139.1	695.5	15.2	10.2	10.0
	NE-10	110.1	550.5	14.3	9.8	20.0
	NE-06	107.9	539.5	13.6	9.0	13.0
	NE-34	99.9	499.5	12.5	8.5	0.0
	NE-57	88.1	440.5	12.1	9.1	25.0
	NE-33	85.3	426.5	12.6	8.5	20.0
	NE-51	84.6	423.0	12.9	9.1	23.0
F ratio 3.63 (8-155) Table value 2.64 (1% probability level)						

Duncan Multiple Range Test
Means by decreasing order[a]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
172.5	152.0	139.1	110.1	107.9	99.9	88.1	85.3	84.6

Site	Clone	Average performance	Total performance for 5 trees	Mean d.b.h. (cm)	Mean Height (m)	Mortality %
Poor	NE-34	32.6	163.0	8.0	6.2	0.0
	NE-06	24.8	124.0	7.0	5.1	20.0
	NE-57	20.0	100.0	5.4	4.6	30.0
	NE-56	17.8	89.0	8.9	5.1	28.0
	NE-45	17.4	87.0	7.7	5.4	28.0
	NE-52	15.4	77.0	8.1	5.8	49.0
	NE-07	15.4	77.0	6.4	4.6	0.0
	NE-10	14.1	70.5	6.1	4.3	12.0
	NE-49	13.3	66.5	4.4	4.6	27.0
F ratio 2.00 (8-221) Table value 2.61 (1% probability level)						

[a] Means underscored by the same line do not differ significantly at 1% probability level.

Table 7. Total performance of the five best clones on drier hybrid poplar sites in Quebec

Locality	Age (years)	Site Index class	Clone	Mean performance	Total performance	Mean d.b.h. (cm)	Mean Height (m)	Mortality %
			57	65.7	328.5	10.8	7.6	20.0
			39	65.3	326.5	9.2	7.1	0.0
Portage-du-Fort	6	2	52	33.2	166.0	7.4	5.6	20.0
sod soil			06	22.7	113.5	5.9	4.8	20.0
			34	22.0	110.0	5.3	5.2	20.0
			39	149.5	747.5	15.3	9.1	0.0
			49	104.5	522.5	13.8	9.5	0.0
Portage-du-Fort	6	2	57	101.4	507.0	12.0	8.2	0.0
cultivated soil			64	98.6	493.0	11.2	8.7	0.0
			59	95.3	476.5	11.6	8.1	0.0
			45	173.4	867.0	17.0	12.0	0.0
			57	148.5	742.5	15.0	9.9	0.0
Lac Etchemin	10	2	13	130.9	654.5	17.0	11.0	20.0
sod soil			10	116.5	582.5	16.0	11.2	20.0
			56	93.6	468.0	17.2	6.4	0.0
			09	41.0	205.0	9.9	6.9	40.0
			57	35.5	177.5	9.7	6.1	40.0
Caplan	10	3	31	31.6	158.0	10.0	7.9	60.0
sod soil			14	22.0	110.0	9.4	5.2	40.0
			29	21.2	106.0	7.9	6.7	60.0

Table 8. The difference in total performance of 5 best clones planted on sod and cultivated soils according to the tests of significance

Locality	Age (years)	Site index class	Mean performance	Total performance	Mean d.b.h. (cm)	Mean Height (m)	Mortality %
	1						
New Richmond[a]			250.4	1252.0	21.4	12.2	0.0
Sod			357.2	1786.0	27.7	14.2	0.0
cultivated							
		F ratio 52.49, table value 7.21 (1% probability level)					
Caplan[a]	3						
Sod			31.6	158.0	9.5	6.5	48.0
cultivated			66.9	334.5	9.6	6.7	0.0
		F ratio 11.63, table value 7.28 (1% probability level)					
Portage-du-Fort	2						
Sod			42.6	213.0	7.8	6.1	28.0
cultivated			104.2	521.0	11.9	8.7	4.0
		F ratio 27.30, table value 7.21 (1% probability level)					

[a] New Richmond and Caplan after 10 years of growth, Portage-du-Fort after 6 years of growth

Environnement Canada
Service canadien des forêts

Environment Canada
Canadian Forestry Service

Rendement des peupliers hybrides au Québec : dix ans après leur plantation

STEVO POPOVICH

Centre de recherches forestières des Laurentides

LAU-X-44F

Environment Canada
Environnement Canada

0016024G DEST PVM EXCH COPY 03
SB 761 C328
VOL ISS 44 F
CENTRE DE RECHERCHES DES LAURENTIDE
S. RAPPORT D'INFORMATION LAU-X

RENDEMENT DES PEUPLIERS HYBRIDES AU QUÉBEC: DIX ANS APRÈS LEUR PLANTATION

Stevo Popovich

LAU-X-44F

1982

CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES DES LAURENTIDES
SERVICE CANADIEN DES FORÊTS
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
1080 ROUTE DU VALLON
C.P. 3800
SAINTE-FOY (QUÉBEC)
G1V 4C7

Version originale en anglais
Exemplaires disponibles

N° de catalogue F046-18/44F
ISBN 0-662-91798-7F

ISSN 0703-2196
© Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1982

Also available in English under the title
"Performance of Hybrid Poplars in Québec: Ten years after Planting"

Couverture: Lucil LePage

TABLES DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	
ABSTRACT	
INTRODUCTION	1
Secteur d'étude	1
Sols et topographie	2
MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
RÉSULTATS ET DISCUSSION	6
Rendement des stations et des clones	6
Les stations des peupliers hybrides	8
Rendement global des clones étudiés individuellement	10
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	13
REMERCIEMENTS	14
RÉFÉRENCES	15
Tableau 1	17
Tableau 2	18
Tableau 3	19
Tableau 4	20
Tableau 5	21
Tableau 6	22
Tableau 7	23
Tableau 8	24

RÉSUMÉ

De 68 clones de peupliers hybrides provenant de la Northeastern Experimental Station des États-Unis, plantés dans 53 stations différentes au Québec, seuls 15 clones et 12 sites ont été retenus pour l'étude. Après dix ans de croissance, huit clones de peupliers hybrides ont été choisis pour faire l'objet des études ultérieures.

Trois catégories de productions globales ont été établies à la suite de la sélection des sites pour les peupliers hybrides. Les stations de meilleure qualité étaient situées dans des basses terres et les stations de qualité moyenne, dans des hautes terres. Ces stations pouvaient produire des arbres de hauteurs moyennes de 13 et de 10 m en sol herbeux. Sur ces mêmes sols, les stations pauvres ont produit la hauteur moyenne de 4.5 m. L'humidité du sol semble être la seule cause pour les divers performances et taux de croissance des peupliers hybrides sur ces trois sites. Le désherbage et le labour du sol au cours des trois années qui ont suivi la plantation ont contribué non seulement à la croissance en hauteur mais également à la survie des peupliers hybrides.

Le clone le plus prometteur s'est avéré être le NE-56 qui a produit des peupliers hybrides de hauteurs moyennes de 12,6 et de 9,9 m, les uns sur une station de qualité supérieure et les autres sur une station de qualité moyenne.

ABSTRACT

Of 68 hybrid poplar clones obtained from the Northeastern Experimental Station (U.S.A.) and planted on 53 sites throughout Quebec, 15 clones growing on 12 sites were used in this study. After ten years of growth, eight hybrid poplar clones were chosen for further studies.

Three classes of total performance were established by the selection of hybrid poplars sites. The best and average sites were represented by bottom lands and uplands respectively. They produced an average height of 13 and 10 m on sod soils. Poor sites produced a mean height of 4.5 m on sod soils. Soil moisture appears to be the main reason for various performances and growth rates of hybrid poplars on these three sites. Site preparation and cultivation for three years subsequent to planting increased not only height growth but also the survival of hybrid poplars.

The most promising, clone NE-56, produced a mean height of 12.6 and 9.9 m on good and average sites, had an excellent survival rate, and formed very good stems.

INTRODUCTION

Les peupliers hybrides peuvent avoir un rendement élevé à un âge relativement jeune. Ils servent non seulement de matière première à l'industrie du bois et à celle du papier, mais ils sont également utilisés comme brise-vent, pour stabiliser les berges, purifier l'air en milieu urbain et même comme source d'énergie.

Bien qu'on retrouve surtout les peupliers dans les grandes plaines d'Amérique du Nord et d'Europe de l'Est, ce qui explique qu'on les a considérés comme des arbres de pays dépourvus de forêts (Pourtet 1961), leur croissance rapide et la valeur de leur bois ont largement contribué à la naissance d'une gestion intensive des forêts de peupliers, particulièrement sur les terres forestières convenant à leur culture (Levashev 1978). Outre leur contribution à l'amélioration du paysage, les peupliers brisent la monotonie de la plaine et combattent la pollution (Famiglietti 1973).

C'est en pensant à de telles utilisations que M. Hubbes[1] a entrepris, entre 1963 et 1974, 53 essais de stations avec 68 clones de peupliers hybrides au Québec. L'objectif de ces expériences consistait à découvrir un clone qui, dans une révolution relativement courte, pourrait produire du bois d'oeuvre de grande qualité et du bois à pâte.

La présente étude couvre dix ans d'expérimentation et constitue une analyse des périodes de croissance variable des peupliers hybrides obtenus de M. E. Schreiner, généticien à la Northeastern Forest Experiment Station, U.S. Forest Service.

Secteur d'étude

Le secteur d'étude s'étend, au nord, de 45° 32' à 50° 11' et, à l'ouest, de 64° 37' à 78° 03' (environ 500 000 km^2) et se trouve dans la région habitée du Québec.

---

[1] Dr Hubbes, autrefois à l'emploi du Centre de recherches forestières des Laurentides du Service canadien des forêts, est aujourd'hui professeur à l'Université de Toronto.

Le climat est en général frais et humide. Des données météorologiques, pour dix saisons de croissance ont été relevées à neuf stations (tableau 1). Les températures moyennes les plus élevées et les plus basses pendant la saison de croissance ont été enregistrées à Calumet et Amos. Les extrêmes des températures élevées et basses, au cours de la période de dix ans, ont été relevées à Portage-du-Fort et à Amos, respectivement. East Angus a connu les précipitations les plus abondantes, mais c'est à Amos que le plus grand nombre de jours de pluie a été noté. Portage-du-Fort est, parmi les neuf stations, l'endroit où le taux de précipitation a été le plus bas, soit 365 mm pour 54 jours de pluie pendant la saison de croissance.

Il s'écoule environ 144 jours sans gel au cours de la saison de croissance dans les neuf stations. La plus longue saison moyenne sans gel a été observée à Calumet et à Nicolet (149 jours), et la plus courte, à Amos (135 jours). L'écart entre les deux stations extrêmes pour le nombre de jours où la température est supérieure à 15° C est de 28 jours, tandis qu'il est de 39 jours pour les températures de plus de 20° C (Portage-du-Fort vs Amos, tableau 1).

Sols et topographie

Les expériences avec des peupliers hybrides ont été effectuées dans la province de Québec sur des sols et des sites divers. La diversité des sols permettait de les classer dans différents groupes et séries, des sols d'argile lourde (ceinture d'argile) de l'Abitibi à l'ouest jusqu'aux sables purs de la région de Sept-Iles à l'est. Dans les hautes terres, à titre de texture, on trouve du loam sableux très fin (Portage-du-Fort), du loam sableux fin et pierreux (La Pocatière), du loam graveleux (Lac Etchemin), des sables loameux et des sables fins (Saint-Étienne-de-Lauzon), du loam argileux (East Angus) et de l'argile en blocs compacts contenant des cailloux gros et moyens (Murdochville). Dans les terres basses, on observe du loam sableux très fin (Calumet), du loam argileux (Nicolet), du sable graveleux contenant beaucoup de matières schisteuses (Dartmouth) ainsi que des sables loameux de texture moyenne (New Richmond). (Choinière et Laplante, 1948; Lajoie, 1962; Baril et Rochefort, 1965; Pageau, 1973).

Le drainage de ces sols varie d'un endroit à l'autre (bon à mauvais), et le pH de ces mêmes sols se situe entre 3 et 7. Sur les sols des basses terres, par exemple à Nicolet, New Richmond et Calumet, il est possible que la nappe phréatique côtoie la surface, car ces sols, particulièrement à Calumet et Nicolet, sont souvent inondés au printemps et à l'automne pendant la saison pluvieuse.

En général, les sols des basses terres choisis pour cette étude se trouvent dans des plaines unies ne présentant que des microreliefs, des pentes et des dépressions légères. Les sites des hautes terres se trouvent sur des pentes douces et des terrains ondoyants, bien qu'on trouve également des sols unis.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Soixante-huit clones ont été utilisés pour l'essai et plantés dans chacune des 53 stations, avec un minimum de cinq plants enracinés et âgés d'un an par station. Les plantations furent toutes effectuées au printemps et avec le même espacement (3 x 6 m), soit 555 arbres à l'hectare.

En deux endroits cependant (New Richmond et Caplan), les essais en sols cultivés ont été menés en même temps que les essais expérimentaux en sols herbeux ou non travaillés[2] . Les sols cultivés ont d'abord été labourés et hersés, puis entretenus au cours des trois premières années.

La hauteur totale et le diamètre à hauteur de poitrine de chaque clone dans chaque localité ont été enregistrés à tous les trois ans. Dans le cas d'une croissance rapide, les mesures ont été prises tous les ans.

Après plusieurs années consécutives de sélection, seuls 15 clones et 12 stations ont été retenus pour l'étude. Les autres clones accusaient une

---

[2] L'expression "sol herbeux" (ou non travaillé), dans la présente étude, se rapporte aux sols qui n'ont pas été labourés ou sarclés et dont le couvert, par conséquent, se compose de plantes herbacées.

croissance lente ou un taux de survie faible, et les stations restantes n'offraient pas un rendement satisfaisant. Les 15 clones choisis[3] sont:

Clone	Origine
NE-06	*Populus cv. angulata x trichocarpa*
NE-07	*P. cv. betulifolia x trichocarpa*
NE-10	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-29	*P. cv. candicans x berolinensis*
NE-33	*P. deltoides x trichocarpa*
NE-34	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-39	*P. cv. angulata x deltoides*
NE-45	*P. deltoides x trichocarpa*
NE-49	Inconnu
NE-51	*P. cv. angulata x trichocarpa*
NE-52	*P. deltoides x cv. caudina*
NE-55	Inconnu
NE-56	Inconnu
NE-57	Inconnu
NE-59	*P. deltoides x trichocarpa*

Les localités mentionnées au tableau 2 et les clones énumérés précédemment ont servi à établir les critères de rendement global des peupliers hybrides dans le secteur d'étude. Ces critères ont été fixés à partir de paramètres obtenus à l'aide d'une étude de dix ans sur les peupliers hybrides établis, sur des sites

---

[3] Les données concernant l'origine et les numéros de clones sont tirées de Hubbes et D'Astous (1968).

choisis, plantés de clones et de cultivars différents, sauf à Portage-du-Fort[4] où la révolution n'est que de six ans. Ces paramètres sont: l'accroissement du diamètre à hauteur de poitrine (cm), l'accroissement de la hauteur totale en mètres, l'état de santé et le taux de mortalité des peupliers.

L'état des peupliers hybrides se qualifie de la manière suivante: catégorie 1: arbres en très bon état; catégorie 2: arbres présentant un défaut mineur (par exemple, décoloration du feuillage) qui ne compromet pas beaucoup l'état de l'arbre mais qui risque à long terme de l'affaiblir; catégorie 3: arbres présentant des défauts très manifestes, comme des fissures imputables au gel (gélivures) ou la présence d'insectes ou de champignons à l'origine de maladies qui compromettent la solidité et la qualité du bois; catégorie 4: arbres portant des chancres ou atteints d'autres maladies mortelles; catégorie 5: arbres morts. Ces différentes catégories ont servi à établir des critères pour évaluer le rendement global[5] de chaque clone sur les sites choisis (tableau 3). Le rendement d'un arbre sain et vigoureux de la première catégorie a été obtenu en multipliant son diamètre par sa hauteur après dix ans de croissance; la deuxième catégorie se calcule comme la première, mais en lui soustrayant 50%; la troisième catégorie n'atteint que 25% des qualités de la première; dans la quatrième et la cinquième catégories, les arbres sont considérés comme étant morts et, par conséquent, le rendement est de zéro[6].

---

4 Pendant plusieurs années, le Centre de recherches forestières des Laurentides (CRFL), avec la collaboration de la société Consolidated Bathurst Ltée, a planté des peupliers hybrides à Portage-du-Fort. Il s'agit des plus importantes plantations de peupliers hybrides du CRFL jusqu'à maintenant. Étant donné que l'étude de ces plantations touche plusieurs disciplines en sylviculture et que les sujets n'ont pas encore atteint dix années de croissance, leur rendement global a été comparé à celui d'autres sujets du même âge au Québec. Il faut souligner que la croissance et le rendement globaux après six ans n'ont été utilisés qu'à titre de comparaison, car les catégories de rendements globaux de même que les classes de stations en foresterie ne sont pas immuables mais sont dynamiques ou variables selon que les conditions de la croissance et de l'environnement diffèrent.

5 Le rendement global des peupliers hybrides est basé sur la croissance en diamètre et en hauteur, les catégories d'après l'état de santé, et le taux de mortalité après dix ans de croissance dans les stations choisies.

6 Exemple: Localité Murdochville. Après dix ans de croissance, le d.h.p. moyen du clone 49 a atteint 2,8 cm et sa hauteur, 2,3 m. Multipliant le diamètre de l'arbre par sa hauteur, on obtient son rendement moyen (2,8 x 2,3 = 6,44). Puisqu'il y avait un arbre mort et un autre de catégorie 2, le premier réduit le rendement de 6,44, et le second, de 3,22. Conséquemment, le rendement global de 5 arbres du clone 49 est évalué à 22,54 points.

Les possibilités de croissance des peupliers hybrides dans diverses stations et localités (voir tableau 3) ont été évaluées d'après le rendement global moyen des 5 meilleurs clones, chacun étant représenté par un minimum de 5 arbres par clone ou de 25 arbres par groupe de 5 clones.

Le tableau 4 donne l'analyse pédologique de six sols représentant les bonne, moyenne et pauvre qualités de stations pour les peupliers hybrides.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Rendement des stations et des clones

Le tableau 3 présente la classification, selon le rendement global, des neuf stations les mieux cotées pour la plantation de peupliers hybrides. Une analyse de la variance (seuil de probabilité de 5%) montre que les stations diffèrent de façon significative dans leur rendement global à la fin des dix années de croissance. L'essai de comparaison par étendues multiples de Duncan (Spiegel 1961) a servi à déterminer quelles stations différaient de façon significative. Les moyennes soulignées d'un même trait ne présentent pas de différence significative au seuil de probabilité de 5%.

Trois catégories de rendement global ont été établies selon les stations dans le cas des peupliers hybrides croissant sur des sols herbeux ou desherbés, à partir de tests statistiques basés sur un seuil de probabilité de 5%. A la fin des dix années de croissance, toutes les stations qui réunissaient 1100 points ou plus faisaient partie de la première catégorie au niveau du rendement global. Les stations dont le rendement variait de 500 à 1100 points faisaient partie de la deuxième catégorie, et les stations ayant accumulé moins de 500 points, de la troisième catégorie. Toutes les autres stations qui n'apparaissent pas au tableau 3, par exemple Caplan, East Angus, Murdochville, etc., se sont classées à un niveau plus bas que les valeurs établies et appartiennent donc à la troisième catégorie ou rendement global faible[7].

Les stations avec sol herbeux ayant six ans de plantation ont également été rangées dans trois catégories (tableau 5). Ont été classées dans la première

---

[7] Il ne faut pas oublier que les catégories de rendements globaux ne doivent pas être confondues avec les classes de stations en foresterie même si on y trouve des paramètres, telle la croissance en hauteur, fréquemment utilisés en foresterie comme mesure indirecte de la qualité d'une station.

catégorie toutes les stations où le rendement global des cinq meilleurs clones atteignait plus de 500 points, dans la deuxième catégorie les stations où le rendement se situait entre 200 et 500 points, et dans la troisième catégorie les stations où le rendement s'élevait à moins de 200 points.

Les résultats en sols herbeux ont été répartis en trois groupes ou catégories de rendements (tableau 6). A partir de chacune des catégories de rendements globaux qui découlent de la classification du tableau 3, on a choisi les neuf meilleurs clones. C'est ainsi que l'on retrouve dans la catégorie "bon ou meilleur rendement" les neuf clones qui ont le plus profité des bonnes conditions de sol et d'environnement. On découvre de la même façon dans les catégories de stations de "moyen et faible rendements globaux" les neuf clones qui se sont le mieux adaptés à leur environnement.

Outre les rendements globaux des stations et de différents clones, les tableaux 3 et 6 indiquent la hauteur et le diamètre à hauteur de poitrine moyens ainsi que le taux de mortalité des cinq clones les mieux cotés de chaque station (tableau 3) et des neuf meilleurs clones qui se sont développés séparément sur des stations de bon, moyen et faible rendements (tableau 6).

Il faut souligner que d'après l'analyse de variance et le test de Duncan appliqués aux neuf meilleurs clones poussant dans une station de bon rendement (tableau 6), au seuil de probabilité de 1 p.100, il n'existe aucune différence entre un groupe de clones et des clones pris séparément. Dans le cas d'une station de rendement moyen, il est ressorti des mêmes analyse et test statistiques que pour le même seuil de probabilité, il existait des différences très significatives entre les clones. Les moyennes, soulignées d'un même trait, forment trois groupes de clones statistiquement différents: 1: NE-56; 2: NE-55, NE-59, NE-10 et NE-06; et 3: NE-34, NE-57, NE-33 et NE-51. Dans la station de faible rendement, les clones choisis pour l'expérience n'ont, tout comme dans la station de bon rendement, présenté aucune différence tant au niveau de l'analyse de variance qu'au niveau du test de Duncan[8].

---

8 Bien que dans la majorité des cas on comptait 5 arbres par clone, sur certains sites, il y a eu quelques répétitions (deux fois ou trois fois 5 clones). Pour cette raison, le nombre d'échantillons n'est pas toujours le même dans les analyses statistiques.

Le tableau 7 montre le rendement global des cinq meilleurs clones dans quelques stations dont le sol était plus sec pour les peupliers hybrides au Québec. Le rendement global des peupliers hybrides plantés en sols herbeux et en sols labourés fait l'objet du tableau 8. Si l'on se fie à la moyenne obtenue après six ans (Portage-du-Fort) et dix ans de croissance dans trois stations dont le sol a été entretenu, ces dernières se classent dans trois différentes catégories de rendements globaux comme c'est le cas pour les stations avec sol herbeux.

Les stations des peupliers hybrides

Les peupliers hybrides ont obtenu le meilleur rendement dans les terres basses de l'Outaouais (Calumet), du Saint-Laurent (Nicolet) et du delta de la rivière Cascapédia (New Richmond). Les sols de ces régions comptent parmi les six plus riches choisis pour cette étude (tableau 4).

Ces sols se composent de dépôts alluviaux récents et non différenciés. Ils présentent une texture d'argile meuble, d'argile et de sable loameux moyen sur de l'argile (Choinière et Laplante 1948; Lajoie 1960). Selon ces deux auteurs, tandis que les sols à Nicolet sont inondés au printemps et à l'automne en période pluvieuse, le site de Calumet présente une nappe phréatique qui affleure la surface. Le sol de New Richmond est très humide même si on n'y trouve pas de nappe phréatique près de la surface en période de croissance. Le drainage de ces sols n'est pas parfait. Sur le plan topographique, ce sont en général des terrains plats ne présentant que des monticules et cuvettes de peu d'envergure.

Les stations dont le rendement s'est avéré moyen se trouvent surtout en terrain élevé. Cela a notamment été le cas à Lac Etchemin et Portage-du-Fort. Il est ressorti que les sols de Portage-du-Fort, en raison de leur composition de loams de sable fin et très fin et de leurs propriétés chimiques et physiques, sont les meilleurs qui aient été choisis pour cette étude (tableau 4). Ces sols sont granuleux, friables et perméables, leur drainage varie de bon à imparfait, leur capacité de rétention de l'eau est moyenne, et ils conviennent mieux aux grandes cultures (Lajoie 1962). Au contraire, les sols à Lac Etchemin, même s'ils sont fertiles (tableau 4), sont pierreux et se prêtent mal à la culture; selon Pageau (1973), ils conviennent mieux au reboisement. Ils sont très souvent situés dans le bas des pentes ou dans les vallées. En raison de leurs particularités topographiques et de leur drainage imparfait, l'humidité du sol est très élevée, et ces sols contiennent naturellement une grande quantité de matières organiques (tableau 4).

Les stations dont le rendement a été faible se retrouvent dans des sols ne se prêtant à la croissance d'aucun peuplier hybride. Ces sols se composent soit d'argile lourde qui, comme les sols très compacts contenant plus de 50% de limon et d'argile, ne conviennent pas à la croissance d'hybrides (Pourtet 1967), soit de sable fin, de sable gravelleux et loameux et de loams contenant du sable fin ou des pierres comme c'est le cas à Amos, Saint-Étienne, Lac Mégantic et La Pocatière respectivement (Popovich 1972; Laplante 1962; Baril et Rochefort 1965).

Même si les sols à Portage-du-Fort, La Pocatière et Nicolet se ressemblent (tableau 4), leur rendement global pour la croissance de peupliers hybrides après six et dix ans diffère sensiblement, et ils appartiennent par conséquent à trois catégories distinctes de rendements: bon, moyen et faible (tableaux 3 et 5). Les divers degrés d'humidité du sol semblent être la principale cause de variation dans le rendement et la croissance des peupliers hybrides sur ces sols. Alors que les sols de Nicolet n'ont pas de nappe phréatique très profonde et sont inondés tous les ans au printemps et à l'automne (Choinière et Laplante 1948), les sols de La Pocatière et de Portage-du-Fort se trouvent à des altitudes qui varient de 90 m à 150 m au-dessus du niveau de la mer (tableau 1) et, par conséquent, l'humidité qu'ils fournissent aux plantes est proportionnelle à leur capacité de rétention de l'eau (Baril et Rochefort 1965; Lajoie 1962). De tels sols conviennent mieux à des utilisations différentes. Selon les auteurs mentionnés précédemment, si les sols de La Pocatière et de Portage-du-Fort entrent dans la catégorie des meilleurs sols agricoles, ceux de Nicolet sont considérés comme peu propices à l'agriculture, car ils produisent du foin et des pâturages de qualité médiocre (Choinière et Laplante 1948). Ces exemples montrent qu'à moins d'avoir un taux d'humidité convenable, les sols qui se prêtent bien à l'agriculture ne conviennent pas nécessairement à la croissance et au bon rendement des peupliers hybrides; le sol de La Pocatière constitue un bon exemple.

A La Pocatière, où les peupliers hybrides ont été plantés il y a quinze ans, le sol se compose de loam pierreux avec du sable fin qui présente très fréquemment des zones abruptes de discontinuité dans la texture à cause précisément du sable interstratifié (Baril et Rochefort 1965). Tandis que les formations sablonneuses recouvrent très souvent la couche supérieure, on trouve à une profondeur d'environ 1,5 m à 2,5 m une composition allant de l'argile brune rougeâtre au loam argileux. Ces discontinuités dans la texture, aggravées par une

légèr sécheresse au cours des mois de juin, juillet et août (Baril et Rochefort 1965) et combinées à l'acidité du sol (tableau 4), ont nui au rendement global des peupliers hybrides à La Pocatière (tableau 3).

La croissance réussie de peupliers hybrides dans les sols des basses terres s'explique par la présence d'eau dans le sol et par l'action combinée de ce facteur particulier avec la fertilité, le pH, l'aération, la profondeur du sol et ainsi de suite (Schreiner 1959). Les sols où ces facteurs pédologiques sont présents de façon adéquate favorisent une croissance et un rendement satisfaisants des peupleirs hybrides (Duchaufour 1955). Par contre, l'absence d'eau suffit à elle seule à gêner la croissance et le rendement des peupliers hybrides (Piccarolo 1952).

Rendement global des clones étudiés individuellement

Le rendement global des clones pris séparément, (tableau 6) indique que, dans le cas des stations à rendement moyen seulement (la plupart sur des terres hautes), les conditions de croissance et de rendement ont varié. Pour ces stations, la sélection des clones a été beaucoup plus rigoureuse que dans le cas des stations à bon ou à faible rendements.

Comme les diverses catégories de rendements, attribués aux stations sont directement reliées à la croissance et au rendement des arbres et qu'elles réflètent indirectement les diverses conditions des sols et des stations, il semble que l'interaction du génotype et du sol de la station constitue la cause principale de différences dans les réactions des clones. Certains clones et cultivars se sont mieux adaptés que d'autres aux conditions locales du sol et du climat. Par exemple, les clones NE-57, NE-06 et NE-10 ont bien poussé ont eu un bon rendement sur des sols quelque peu secs appartenant à la catégorie de rendement moyen. Le clone NE-57 a été coté parmi les meilleurs à Lac-Etchemin, Caplan et Portage-du-Fort (tableau 7). A ce dernier endroit, il a atteint l'un des meilleurs rendements et croissances à la fois sur des sols herbeux et labourés. Après six années de croissance, il n'a été dépassé que par le clone NE-39. Ce dernier a atteint des hauteurs de 7,1 et 9,1 m avec un taux de survie de 100% sur des sols herbeux et des sols labourés respectivement, tandis que le clone NE-57 a atteint 7,6 et 8,2 m avec un taux de mortalité de 20% sur les mêmes sols. La capacité de ces trois clones à donner un bon rendement sur des stations un peu plus sèches que celles des terres basses leur confère une certaine supériorité

sur d'autres clones, et on peut recommander pour cette raison leur culture sur des sols dont les propriétés de rétention de l'eau sont bien adaptées au système pluvieux naturel.

Ce fait revêt une certaine importance, car des propriétaires privés et différents organismes gouvernementaux sont souvent tentés de faire servir les milieux dits marginaux (peu propices à l'agriculture) à la culture des peupliers hybrides. C'est pourquoi les sols des basses terres (sauf dans certaines zones limitrophes où le climat et d'autres conditions écologiques rendent l'agriculture très vulnérable) restent principalement destinés à l'agriculture dans la province de Québec (projet de loi nº 90, décembre 1978).

A l'exception des trois clones déjà mentionnés et des clones NE-52, NE-39 et NE-34 dont le potentiel de croissance fut parmi les meilleurs dans les stations de bon rendement (tableau 6), une attention particulière doit être accordée aux clones NE-56 et NE-59. Ces derniers ont eu un rendement global excellent, dépassant tous les autres clones croissant dans des stations de bon et de moyen rendements. De plus, tandis que la croissance moyenne combinée en diamètre et en hauteur de neuf clones dans des stations de bon rendement était de 51% supérieure à celle obtenue dans des stations de rendement moyen, la même croissance pour les clones NE-59 et NE-56 (qui se trouvaient respectivement dans des stations de bon et de moyen rendements) était de 43% supérieur dans le cas du premier et de seulement 22% dans le cas du second (tableau 6). La légère différence entre les croissances combinées du clone NE-56 dans des stations de bon et moyen rendements, l'excellent taux de survie de ce dernier (tableau 6), sa remarquable adaptation à différentes conditions de sol ainsi que son tronc bien formé le rende plus prometteur que tous les autres même s'il n'arrive qu'au huitième rang pour la croissance combinée du diamètre et de la hauteur (tableau 6). La seule faiblesse du clone NE-59 réside dans son taux de mortalité (4% dans les stations à bon rendement et 10% dans les stations à rendement moyen). En général le taux de mortalité moyen des clones de peupliers hybrides varie selon les stations.

Dans le cas des neuf clones les mieux cotés, le taux de mortalité s'élevait à 7% dans les stations à bon rendement, à 12% dans les stations à rendement moyen et à 22% dans les stations à faible rendement (tableau 6).

Rendement global en sols herbeux et en sols labourés

Comme on pouvait s'y attendre, la différence de rendement global entre les peupliers hybrides en sols herbeux et les peupliers en sols labourés a été

significative après six et dix ans de croissance (tableau 8). Dans les conditions écologiques propres au Québec, le rendement global des cinq clones les mieux cotés plantés en sols herbeux a été inférieur de 30% à New Richmond, de 53% à Portage-du-Fort et de 59% à Caplan, si comparativement aux résultats obtenus par ces mêmes clones en sols labourés et hersés pendant les trois premières années de la croissance (tableau 8). Bien que l'étude souffre d'un manque de recoupements, il est à noter que la survie, sinon la croissance sont jusqu'à un certain point liées aux conditions qui prévalent dans la station. Dans les stations à rendement faible, le taux de survie atteignait 100% en sols labourés et 52% en sols herbeux; dans les stations à rendement moyen, il atteignait 96% et 72% respectivement, le taux de survie atteignait 100% dans les meilleurs stations, que ce soit sur un sol herbeux ou sur un sol labouré.

La concurrence de l'herbe et le manque d'humidité du sol (imputable au facteur précédent) sont à l'origine du taux de mortalité élevé et relativement élevé (48% et 28%) sur les sols herbeux à rendements faible et moyen de Caplan et de Portage-du-Fort respectivement. Le taux de survie de 100% des peupliers hybrides tant sur les sols herbeux que labourés à New Richmond n'est pas un effet du hasard, mais dépend de l'eau présente en quantité suffisante pour les peupliers hybrides dans les deux types de sols. En fait pendant la première année de croissance, l'abondance de l'herbe en sol herbeux n'a pas menacé la survie des peupliers. La seule différence a été relevée dans la mesure du diamètre et de la hauteur qui, après dix ans, étaient respectivement de 23% et 14% supérieurs en sols labourés. Dans les stations à rendement moyen (Portage-du-Fort), cette différence après dix ans était encore plus marquée, soit de l'ordre de 34% et 30%.

Ces exemples de survie et de croissance confirment les rapports de Schreiner (1945), Krinard (1964) et Barnéoud (1971) selon lesquels la préparation de la station est une condition essentielle de la réussite de la plantation et de la croissance de peupliers hybrides. En fait, le labour de la terre accroît la production et hâte la croissance. L'influence la plus importante de la préparation du sol sur la croissance du peuplier hybride ne se limite pas seulement à créer des conditions favorables à son enracinement mais amène un développement intensif considérable de son appareil nutritif (Erusalimskii 1969).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Bien que, quelques-uns des clones soumis à l'étude aient très bien réussi sous les conditions écologiques propres au Québec dans des stations à bon et moyen rendements, nous croyons qu'il est trop tôt pour déterminer le meilleur clone du point de vue rendement global après dix années de croissance. Une période additionnelle d'au moins cinq ans est nécessaire pour procéder à un filtrage définitif, évaluer le rendement global et la croissance de plusieurs clones, déceler les contraintes écologiques et identifier les types d'insectes et de maladies qui s'attaqueront aux peupliers hybrides au cours de la période suivante.

Jusqu'à maintenant, les cultures de peupliers hybrides n'ont pas fait l'objet d'essais sur une vaste échelle, et par conséquent, les contraintes écologiques (insectes et maladies par exemple) ne se sont pas encore manifestées. Il faudrait donc poursuivre plus longtemps la recherche et les expériences sur les sujets pertinents.

Tenant compte de ces considérations, les huit clones suivants NE-56, NE-59, NE-52, NE-39, NE-34, NE-57, NE-10 et NE-06 serviront d'échantillons pour le prochain programme de filtrage et seront plantés tant dans des terres basses que des terres hautes.

La présente étude démontre que la priorité lors de l'établissement de peupliers hybrides réside dans une sélection rigoureuse du site. Les meilleurs rendements et croissances, ont été obtenus sur des terres basses qui, en plus d'être relativement riches en éléments nutritifs, possèdent des nappes phréatiques tout près de la surface ou d'excellentes capacités de rétention de l'eau. Ce type de sol est peu propice à l'agriculture, produit des pâturages pauvres et constitue une zone limitrophe des terres basses. Après dix et six années de croissance dans des stations à Nicolet, New Richmond et Calumet, les peupliers hybrides ont atteint un diamètre à hauteur de poitrine de 22,2 et de 12,1 cm en moyenne et des hauteurs moyennes de 13 et de 8,8 m respectivement.

Les stations à rendement moyen pour les peupliers hybrides sont situées pour la plupart dans les hautes terres. Certains de ces sols étaient classifiés pédologiquement parmi les meilleurs sols et donnaient avant la plantation de peupliers d'excellentes cultures commerciales, ils n'ont cependant pu égaler les terres basses pour la croissance de peupliers hybrides. La sécheresse relative de ces sols, comparativement aux autres stations, en serait la cause. Dans ces

stations, après six et dix années de croissance, les arbres atteignaient 6,1 et 16,2 cm de diamètre à hauteur de poitrine et 6,1 et 10 m de hauteur respectivement.

Nous déconseillons fortement l'utilisation des sites à rendement faible pour la plantation de peupliers hybrides, bien que certains d'entre eux (La Pocatière par exemple) soient très bons pour l'agriculture.

Bien que ces résultats ne soient guère comparables à ceux obtenus dans les basses terres, nous sommes d'avis que les peupliers hybrides peuvent faire l'objet d'une plantation commerciale sur les hautes terres, mais il faudra poursuivre la recherche afin d'établir des critères pratiques d'évaluation des sites propices à une croissance rentable des peupliers au Québec. Des sols qui ont des caractéristiques similaires à ceux de Lac-Etchemin pourraient faire l'objet d'une étude à cette fin, étant donné les fortes incitations en vue d'étendre la culture des peupliers hybrides dans les milieux peu propices à l'agriculture. La profondeur du sol, l'humidité, l'aération et la fertilité devraient être vérifiées sur tous les sites envisagés pour la culture du peuplier et particulièrement sur les stations à rendement moyen.

La présente étude a démontré que la croissance des peupliers réussissait davantage si le sol était labouré et entretenu pendant les trois années qui suivent la plantation. On a constaté qu'après une période de croissance de six ou dix ans, les peupliers hybrides qui poussent en sols herbeux et ceux qui croissent en sols labourés accusent une différence de deux mètres en hauteur et que le taux de mortalité dans des stations à rendements faible ou moyen est beaucoup plus élevé en sols herbeux qu'en sols labourés.

REMERCIEMENTS

L'échantillonnage des sols au Québec ainsi que leur analyse en laboratoire ont été effectués par le Dr Antonio Gonzalez et son équipe formée de MM. R. Turcotte et M. Gauthier à qui je désire exprimer toute ma gratitude pour la grande efficacité et le sérieux de leur travail. Je veux également remercier MM. A. Corriveau et R. Hatcher pour leur excellent travail de révision et leurs critiques constructives. Enfin, je remercie Mme M. Prévost du Module d'édition française d'Environnement Canada pour son travail perspicace d'édition.

RÉFÉRENCES

Baril, R. et B. Rochefort. 1965. Étude pédologique du comité de Kamouraska (Québec). Can. Minist. Agric. Stn. Rech. La Pocatière, Québec.

Barnéoud, C. 1977. Le travail du sol en populiculture. C.R. Association Forêt -cellulose. n° 708: 156-172.

Choinière, L. et L. Laplante. 1948. Étude des sols du comté de Nicolet. Qué. Minist. Agric., Bull. Tech. n° 1.

Duchaufour, Ph. 1965. Les sols à peuplier. Revue forest. franç. 7: 539-546

Erusalimskii, V.J. 1969. Agrotekhnika Vyrashchivaniya Gibridnyh Topolei V Lesostepi. [Agrotechnics of cultivation of hybrid poplars in Lesosteppa] [En Russe]. Lesnoe Khozyaistvo. 1: 57-59.

Famiglietti, A. 1973. La produttivita dei pioppeti nel Veneto. [The productivity of poplars in the province of Venice] [En Italien]. Annali del Centro di Economica Montana delle Venezie. 8; 1-47.

Hubbes, M. et R. D'Asouts. 1968. Essais de rusticité et d'immunité des peuplier hybrides dans le Québec. Can. Lab. Rech. For. Rapp. Inf. Q-F-X 8.

Krinard, R.M. 1964. Weed control in Delta Cottonwood Plantations. Miss. Farm Res. State Coll. 27(5).

Lajoie, P.G. 1960. Les sols des comtés d'Argenteuil, Deux Montagnes et Terrebonne (Québec). Qué. Minist. Agric. 1962.

Lajoie, P.G. 1960. Soil survey of Gatineau and Pontiac counties Quebec. Res. Br. Can. Dept. Agric. Qué. Dept. Agric. McGill University.

Laplante, L. 1962. Étude pédologique du Comté de Lévis. Qué. Minist. Agric. Colon.

Levashev, B.G. 1978. Ob Ispolzovanii Gibridov Topolei V Poimennyh Usloviya [Using hybrid poplars in flooded areas.] [En Russe]. Lesnoe Knozyaistvo. 11: 47-49.

Pageau, E. 1973. Étude pédologique du Comté de Dorchester, Qué. Minist. Agric. Qué. Bull. n° 17.

Piccarolo, G. 1952. Il pioppo (Norme pratiche di coltivazione). Edizione R.E.D.A. ROME. [The poplar (practical normes for cultivars)] [En Italien].

Popovich, S. 1972. Survival and growth of three indigenous conifers planted in the Clay Belt, Northwest Québec. Can. Laurentian For. Res. Cent. Inf. Rep. Q-X-27. 13 pp.

Pourtet, J. 1961. La culture du peuplier. L.B. Baillière et fils (éd.) Paris. 261 pp.

Spiegel, M.R. 1961. Theory and problems of statistics. Schaum's outline series. McGraw-Hill Book Company.

Schreiner, E.J. 1945. How sod affects establishment of hybrid poplar plantations. J. For. 43: 412-427.

Schreiner, E.J. 1959. Production of poplar timber in Europe and its significance and application in the United States. U.S. Dep. Agric. Agriculture Handbook No. 150. 124 pp.

Tableau 1. Données météorologiques décennales recueillies pour les stations sélectionnées au Québec[a]

Localités	Moyenne des températures (période sans gel) °C	Maximum absolu °C	Minimum absolu °C	Précipitations de mai à sept. inclusivement		Nombre de jours de la période de croissance		
				Nombre de jours	Total (mm)	Sans-gel	15°C	20°C
Portage-du-Fort	16,8	36,1	-37,0	54	365	148	137	106
Calumet	16,9	34,4	-34,0	62	418	149	136	105
Nicolet	16,7	34,4	-38,0	63	400	149	134	102
East Angus	15,8	33,3	-41,0	63	585	142	133	102
Saint-Étienne	15,6	33,9	-34,0	71	525	147	125	90
La Pocatière	14,7	33,3	-31,0	66	445	146	120	84
New Richmond	14,0	32,2	-37,0	64	485	146	113	69
Gaspé Dartmouth	13,6	33,9	-32,0	57	380	142	114	67
Amos	13,2	32,2	-43,0	73	440	135	109	67

[a] Données tirées de: Résumé mensuel. Données météorologiques pour le Canada, 1965-1974, ministère des Transports du Canada.

Tableau 2. Localités où des essais avec des peupliers hybrides ont été effectués

Localités	Latitudes	Longitudes	Altitudes (m)
Amos	48° 26' N.	78° 04' O.	305
Calumet	45° 38' N.	74° 39' O.	40
Caplan	48° 06' N.	65° 39' O.	45
East Angus	45° 29' N.	71° 40' O.	200
Gaspé Dartmouth	48° 55' N.	64° 37' O.	50
Lac-Etchemin	46° 21' N.	70° 30' O.	455
Lac-Mégantic	45° 32' N.	70° 55' O	505
La Pocatière	47° 21' N.	70° 00' O.	120
New Richmond	48° 09' N.	65° 51' O.	5
Nicolet	46° 13' N.	72° 40' O.	10
Saint-Etienne-de-Lauzon	46° 38' N.	71° 17' O.	105
Tartigou	48° 45' N.	67° 48' O.	30
Portage-du-Fort	45° 39' N.	76° 39' O.	120

Tableau 3. Classification de stations en fonction de l'analyse de variance et du test de Duncan, d'après le rendement des cinq meilleurs clones plantés en sols herbeux après dix ans de croissance au Québec.

Numéro de la plantation	Localité	Rendement moyen d'un arbre pour 5 clones	Rendement global des 5 meilleurs clones	Diamètre moyen à hauteur de poitrine (cm)	Hauteur moyenne (m)	Taux de Mortalité (%)	Catégorie
1	Nicolet	308,2	1541,0	21,6	15,3	4,0	1
2	New Richmond	250,4	1252,0	21,4	12,1	0,0	1
3	Calumet	234,1	1170,5	23,7	12,2	12,0	1
4	Tartigou	190,5	952,5	18,2	11,2	0,0	2
5	Lac-Etchemin	139,0	695,0	16,4	10,1	8,0	2
6	Dartmouth	102,6	513,0	14,0	8,5	16,0	2
7	Amos	54,3	271,5	12,8	7,0	4,0	3
8	Saint-Étienne	40,5	202,5	12,6	8,3	28,0	3
9	Lac-Mégantic	34,7	173,5	7,4	6,2	4,0	3
10[a]	La Pocatière	15,3	76,5	6,8	4,5	36,0	3

Analyse de la variance des plantations en sols herbeux

Source de variation	D.F.	Somme des carrés	Carré moyen	F.	F.(tab.)
Traitement	8	2 016 417, 360 0	252 052, 170 0	43,98	1,99 (95%)
Erreur	216	1 237 822, 898 8	5 730, 661 6		2,61 (99%)
Total	224	3 254 240, 258 8			

Test de Duncan (étendues multiples)

Moyennes par ordre décroissant[b]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
308,2	250,4	234,1	190,5	139,0	102,6	54,3	40,5	34,7

[a] La Pocatière n'entre pas dans ce test statistique.

[b] Les moyennes soulignées d'un même trait n'accusent pas de différence significative au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 4. Analyses pédologiques des six sols des stations de bon, moyen et pauvre rendements pour les peupliers hybrides[a]

Rendement de la station	Localité	Sable %	Loam %	Argile %	pH(H_2O) %	CO %	C/N %	N %	Ca %
Bon	New Richmond	63,8	23,5	12,7	5,7	2,40	11,2	0,215	0,137
Bon	Nicolet	48,4	31,7	19,9	5,6	3,45	13,0	0,265	0,143
Bon	Calumet	83,9	9,8	6,3	6,0	1,33	13,3	0,100	0,090
Moyen	Portage-du-Fort	50,7	31,1	18,1	6,3	2,23	10,6	0,210	0,284
Moyen	Lac-Etchemin	43,8	36,2	22,2	5,2	9,37	16,2	0,580	0,207
Pauvre	La Pocatière	52,9	26,4	20,7	5,1	3,96	14,1	0,280	0,070

[a] Les échantillons recueillis l'ont été à partir d'une couche de sol d'une profondeur de 25,4 cm.

Tableau 5. Classification de stations en fonction de l'analyse de variance et du test de Duncan d'après le rendement des cinq meilleurs clones plantés en sols herbeux après six ans de croissance au Québec

Numéro de la plantation	Localité	Rendement moyen d'un arbre pour 5 clones	Rendement global des 5 meilleurs clones	Diamètre moyen à hauteur de poitrine (cm)	Hauteur moyenne (m)	Taux de mortalité %	Catégorie
1	Nicolet	113,4	567,0	11,4	9,6	0,0	1
2	Calumet	104,6	523,0	12,8	8,1	0,0	1
3	Portage-du-Fort	42,6	213,0	7,7	6,1	16,0	2
4	Amos	24,9	124,5	5,7	4,2	0,0	3
5	Saint-Etienne	19,3	96,5	6,1	5,0	4,0	3
6	La Pocatière	7,9	39,5	3,3	3,4	24,0	3

Analyse de variance

Source de variation	D.F.	Sommes des carrés	Carré moyen	F	F(tab.)
Traitement	5	259 180, 701 9	51 836, 140 4	71,88	2,28 (95%)
Erreur	144	103 845, 889 3	721, 152 0		3,16 (99%)
Total	149	363 026, 591 2			

Test de Duncan (étendues multiples)

Moyennes par ordre décroissant[a]

1	2	3	4	5	6
113,4	104,6	42,6	24,9	19,3	7,9

[a] Les moyennes soulignées d'un même trait n'accusent pas de différence significative au seuil de probabilité de 5%.

Tableau 6. Rang, après dix ans de croissance, des neuf meilleurs clones, poussant en sol herbeux dans des stations de bon, moyen ou faible rendements

Catégorie de station	Clône	Rendement moyen	Rendement global de 5 arbres	Moyenne d.h.p. (cm)	Moyenne hauteur (m)	Taux de Mortalité %
	NE-52	247,7	1238,5	21,3	14,5	8,0
	NE-56	223,1	1115,5	17,7	12,6	0,0
	NE-39	218,8	1094,0	23,4	13,7	8,0
Bon	NE-59	215,4	1077,0	19,8	13,8	4,0
rendement	NE-34	214,8	1074,0	25,0	11,8	10,0
	NE-06	193,2	966,0	18,7	12,8	10,0
	NE-07	189,8	949,0	18,4	14,0	7,0
	NE-10	176,5	882,5	20,7	14,3	13,0
	NE-29	166,5	832,5	16,8	12,9	12,0

Rapport F de 1,14 (8-209) Valeur de la table de 2,61: seuil de probabilité de 1%. (Voir Spiegel)

	NE-56	172,5	862,5	17,6	9,9	0,0
	NE-55	152,0	760,0	15,8	9,8	0,0
	NE-59	139,1	695,5	15,2	10,2	10,0
Rendement	NE-10	110,1	550,5	14,3	9,8	20,0
moyen	NE-06	107,9	539,5	13,6	9,0	13,0
	NE-34	99,9	499,5	12,5	8,5	0,0
	NE-57	88,1	440,5	12,1	9,1	25,0
	NE-33	85,3	426,5	12,6	8,5	20,0
	NE-51	84,6	423,0	12,9	9,1	23,0

Rapport F de 3,63 (8-155) Valeur de la table de 2,64: seuil de probatilité de 1%. (Voir Spiegel)

Test de Duncan (étendues multiples)
Moyennes par ordre décroissant[a]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
172,5	152,0	139,1	110,1	107,9	99,9	88,1	85,3	84,6

	NE-34	32,6	163,0	8,0	6.2	0.0
	NE-06	24,8	124,0	7,0	5.1	20.0
	NE-57	20,0	100,0	5,4	4.6	30.0
Faible	NE-56	17,8	89,0	8,9	5.1	28.0
rendement	NE-45	17,4	87,0	7,7	5.4	28.0
	NE-52	15,4	77,0	8,1	5.8	49.0
	NE-07	15,4	77,0	6,4	4.6	0.0
	NE-10	14,1	70,5	6,1	4.3	12.0
	NE-49	13,3	66,5	4,4	4.6	27.0

Rapport F de 2,0 (8-221) Valeur de la table de 2,61: seuil de probabilité de 1%. (Voir Spiegel)

[a] Les moyennes soulignées d'un même trait ne présentent pas de différence significative au seuil de probabilité de 1%.

Table 7. Rendement global des cinq meilleurs clones dans quelques stations dont les sols sont plus secs au Québec

Localité	Age de la plantation (années)	Catégorie de station (rang)	Clone	Rendement moyen	Rendement global	Moyenne d.h.p. (cm)	Moyenne hauteur (m)	Taux de Mortalité %
			57	65,7	328,5	10,8	7,6	20,0
			39	65,3	326,5	9,2	7,1	0,0
Portage-du-Fort	6	2	52	33,2	166,0	7,4	5,6	20,0
sol herbeux			06	22,7	113,5	5,9	4,8	20,0
			34	22,0	110,0	5,3	5,2	20,0
			39	149,5	747,5	15,3	9,1	0,0
			49	104,5	522,5	13,8	9,5	0,0
Portage-du-Fort	6	2	57	101,4	507,0	12,0	8,2	0,0
sol cultivé			64	98,6	493,0	11,2	8,7	0,0
			59	95,3	476,5	11,6	8,1	0,0
			45	173,4	867,0	17,0	12,0	0,0
			57	148,5	742,5	15,0	9,9	0,0
Lac-Etchemin	10	2	13	130,9	654,5	17,0	11,0	20,0
sol herbeux			10	116,5	582,5	16,0	11,2	20,0
			56	93,6	468,0	17,2	6,4	0,0
			09	41,0	205,0	9,9	6,9	40,0
			57	35,5	177,5	9,7	6,1	40,0
Caplan	10	3	31	31,6	158,0	10,0	7,9	60,0
sol herbeux			14	22,0	110,0	9,4	5,2	40,0
			29	21,2	106,0	7,9	6,7	60,0

Tableau 8. Différence dans le rendement global des cinq meilleurs clones en sols herbeux et en sols labourés selon les tests de signification

Localité	Catégorie de station (rang)	Rendement moyen	Rendement global	Moyenne d.h.p. (cm)	Moyenne hauteur (m)	Taux de Mortalité %
New Richmond	1					
Sol herbeux		250,4	1252,0	21,4	12,2	0,0
Sol labouré		357,2	1786,0	27,7	14,2	0,0
Rapport F de 52,49. Valeur de la table de 7,21: seuil de probabilité de 1%						
Caplan	3					
Sol herbeux		31,6	158,0	9,5	6,5	48,0
Sol labouré		66,9	334,5	9,6	6,7	0,0
Rapport F de 11,63. Valeur de la table de 7,28: seuil de probabilité de 1%						
Portage-du-Fort	2					
Sol herbeux		42,6	213,0	7,8	6,1	28,0
Sol labouré		104,2	521,0	11,9	8,7	4,0
Rapport F de 27,30. Valeur de la table de 7,21: seuil de probabilité de 1%						

[a] New Richmond et Caplan, dix ans de croissance; Portage-du-Fort, six ans de croissance.